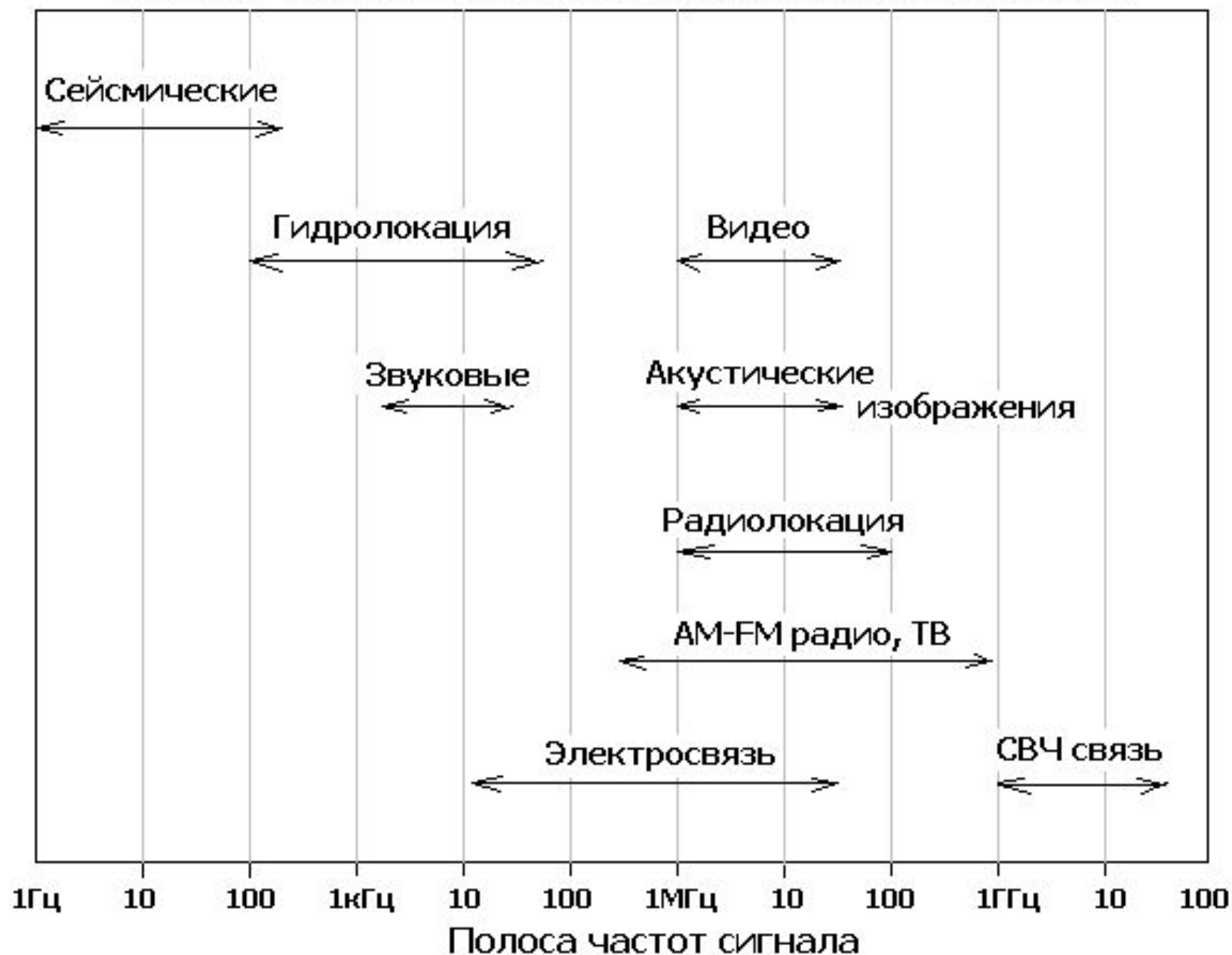


# Сигналы и их параметры

## Лекция 2

# Полосы частот, используемые при обработке сигнала



# Какие сигналы мы изучаем

- В электросвязи подразумевается чаще всего, что сигнал представляет собой **зависимость напряжения от времени**
- В оптической технике сигналом может являться **зависимость интенсивности света от пространственных координат**

## Токовая диаграмма в телефонной линии связи



# Классификация сигналов

- Различают **детерминированные** и **случайные** сигналы
- Детерминированный сигнал полностью известен – его значение в любой момент времени можно определить точно
- Случайный сигнал в любой момент времени представляет собой величину, которая принимает конкретные значения с некоторой вероятностью

# Гармонические сигналы

- Важную роль в технике связи играют гармонические сигналы. В общем виде они записываются как

$$s(t) = A \cos (\omega t + \phi)$$

- Гармонический сигнал полностью определяется тремя числовыми параметрами: амплитудой  $A$ , частотой  $\omega$  и фазой  $\phi$

# Представление периодического сигнала

- Периодическое колебание сложной формы всегда можно представить в виде суммы простейших периодических колебаний – синусоид – с частотами, кратными основной частоте:  $\omega$ ,  $2\omega$ ,  $3\omega$  и т.д.

$$s(t) = A_0 + A_1 \sin(\omega t + \phi_1) + A_2 \sin(2\omega t + \phi_2) + \dots,$$

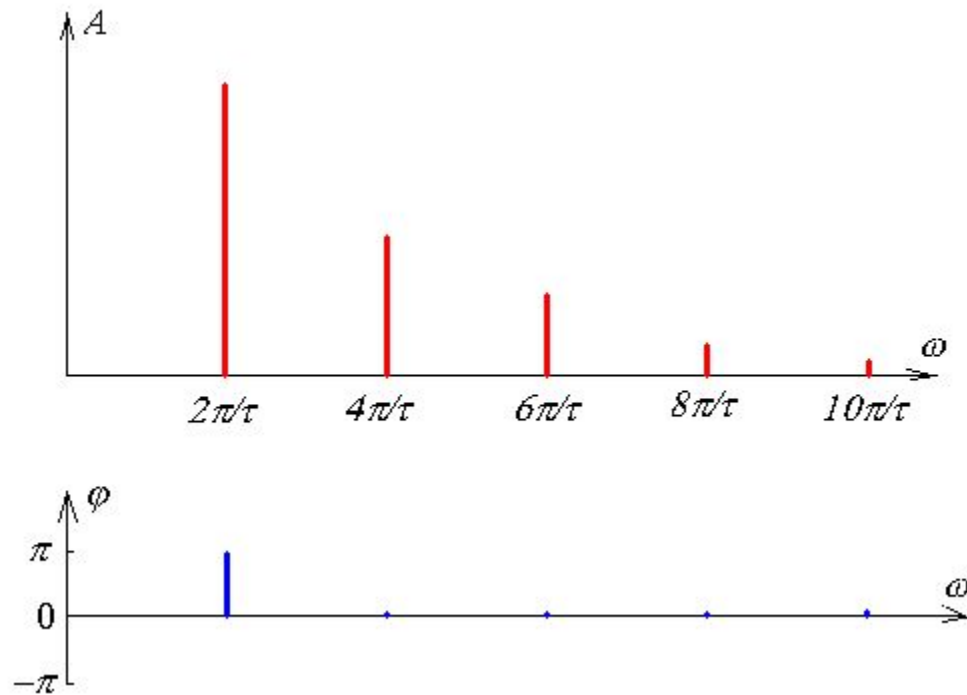
где  $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$  – амплитуды первой, второй, третьей гармоник;  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  – их начальные фазы ;  
 $\omega$  - основная частота

# Амплитудно- и фазо-частотные спектры

- Совокупность значений амплитуд гармоник ( $A_0, A_1, A_2 \dots$ ) называется **амплитудно-частотным спектром** данного колебания
- Совокупность значений начальных фаз ( $\phi_1, \phi_2, \phi_3 \dots$ ) называют **фазо-частотным спектром** сигнала



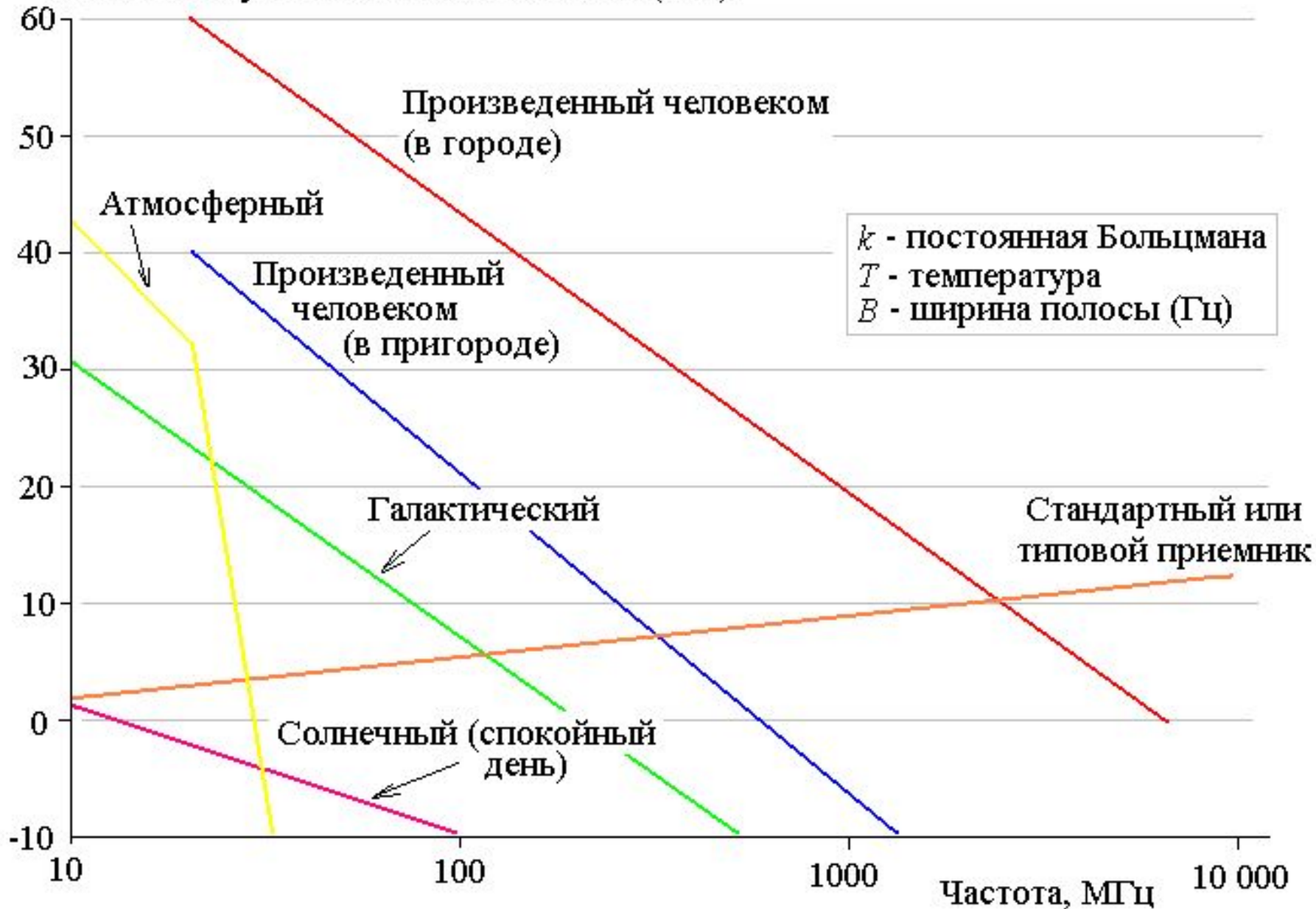
# Примеры спектров



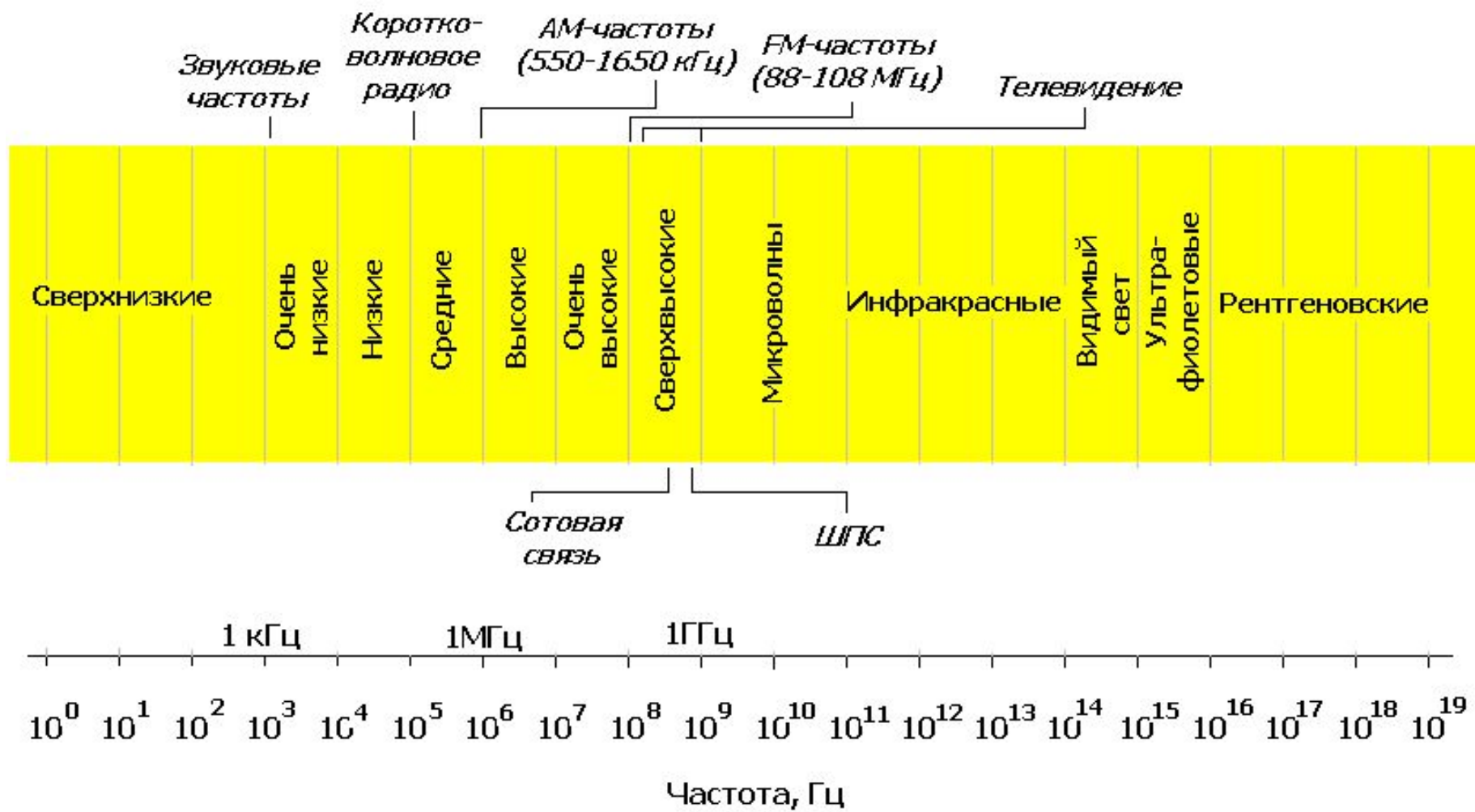
# Помехи

- Помеху (шум) можно определить как любой электрический сигнал, отличный от полезного
- Источники помех делят на 3 группы:
  - Внутренние
  - Внешние искусственного происхождения
  - Внешние естественного происхождения

Величина шума по отношению к  $kTB$  (дБн)



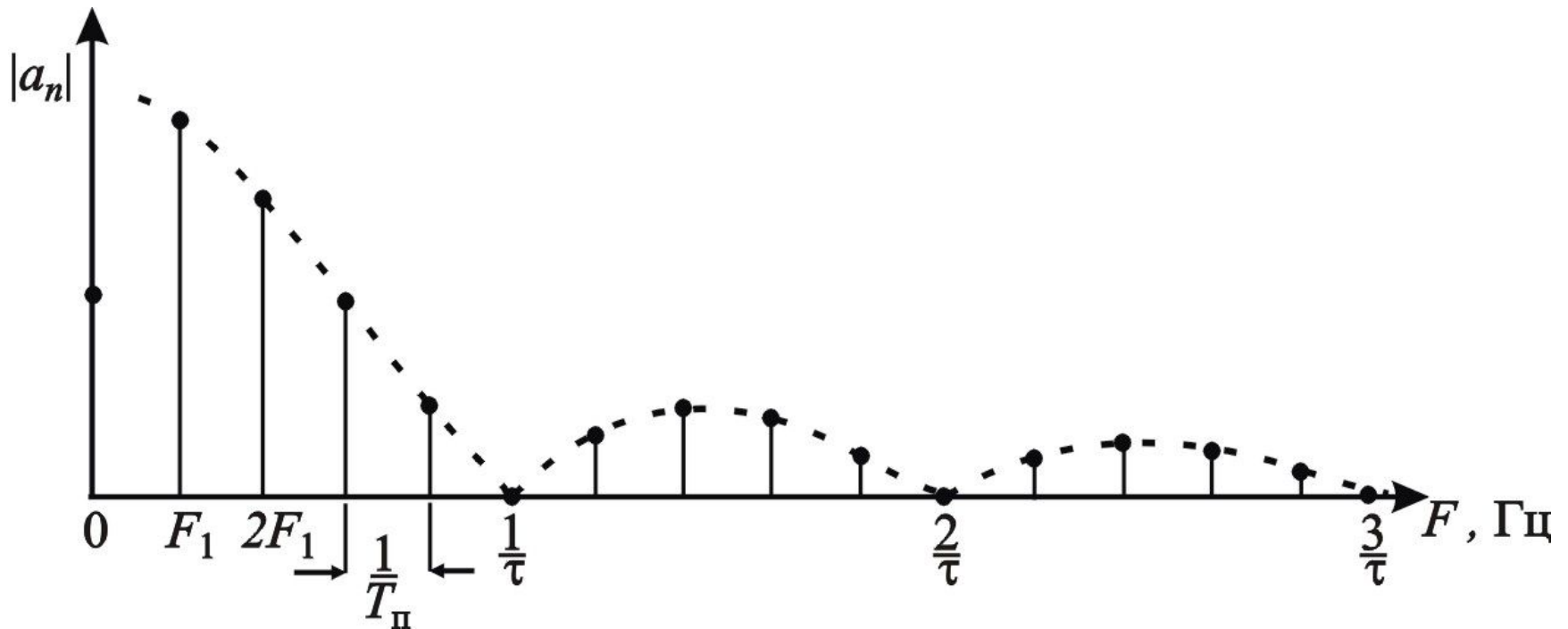
## Частотный спектр электромагнитных волн



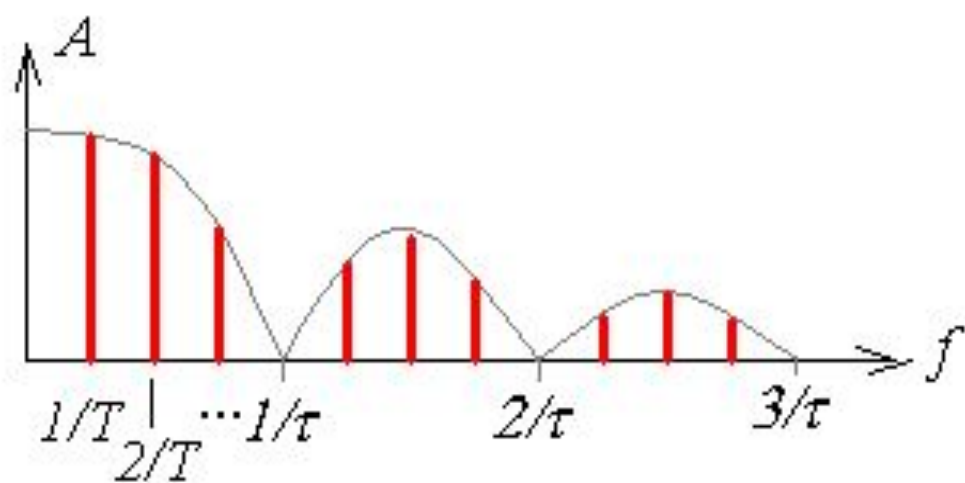
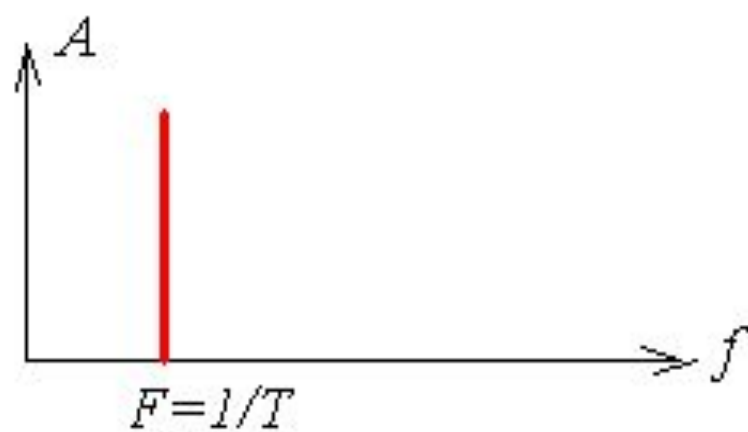
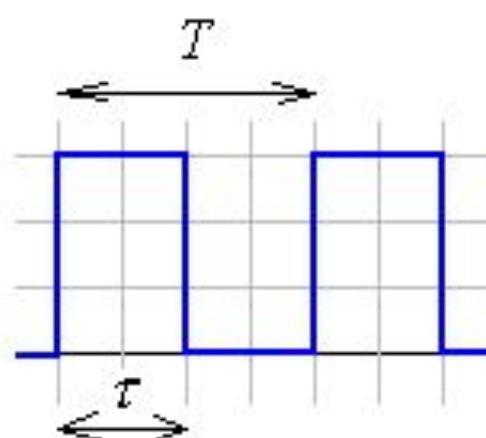
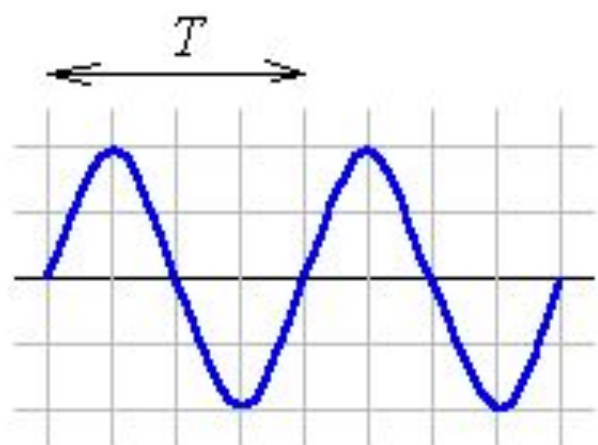
# Дискретный сигнал

- Сигнал ПД – это дискретный сигнал **в бинарном коде** (однополярном или двухполярном)
- При этом символу «1» соответствует положительный импульс, а символу «0» - отсутствие импульса (отрицательный)
- Количество информации в таком символе (сообщении) – 1 бит
- **Скорость передачи**  $V$  измеряют числом бит в секунду (бит/с)

# Огибающая спектра прямоугольного импульса



## Примеры АЧХ

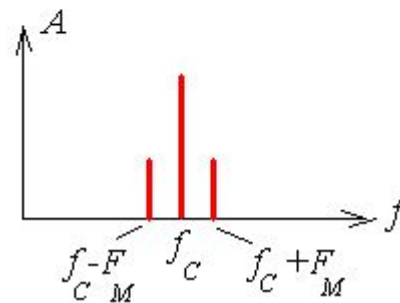
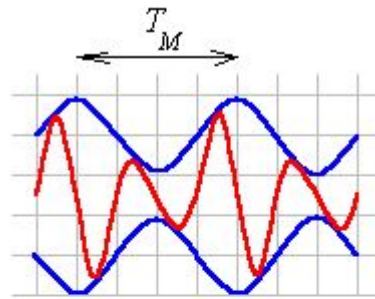


# Модулированный сигнал

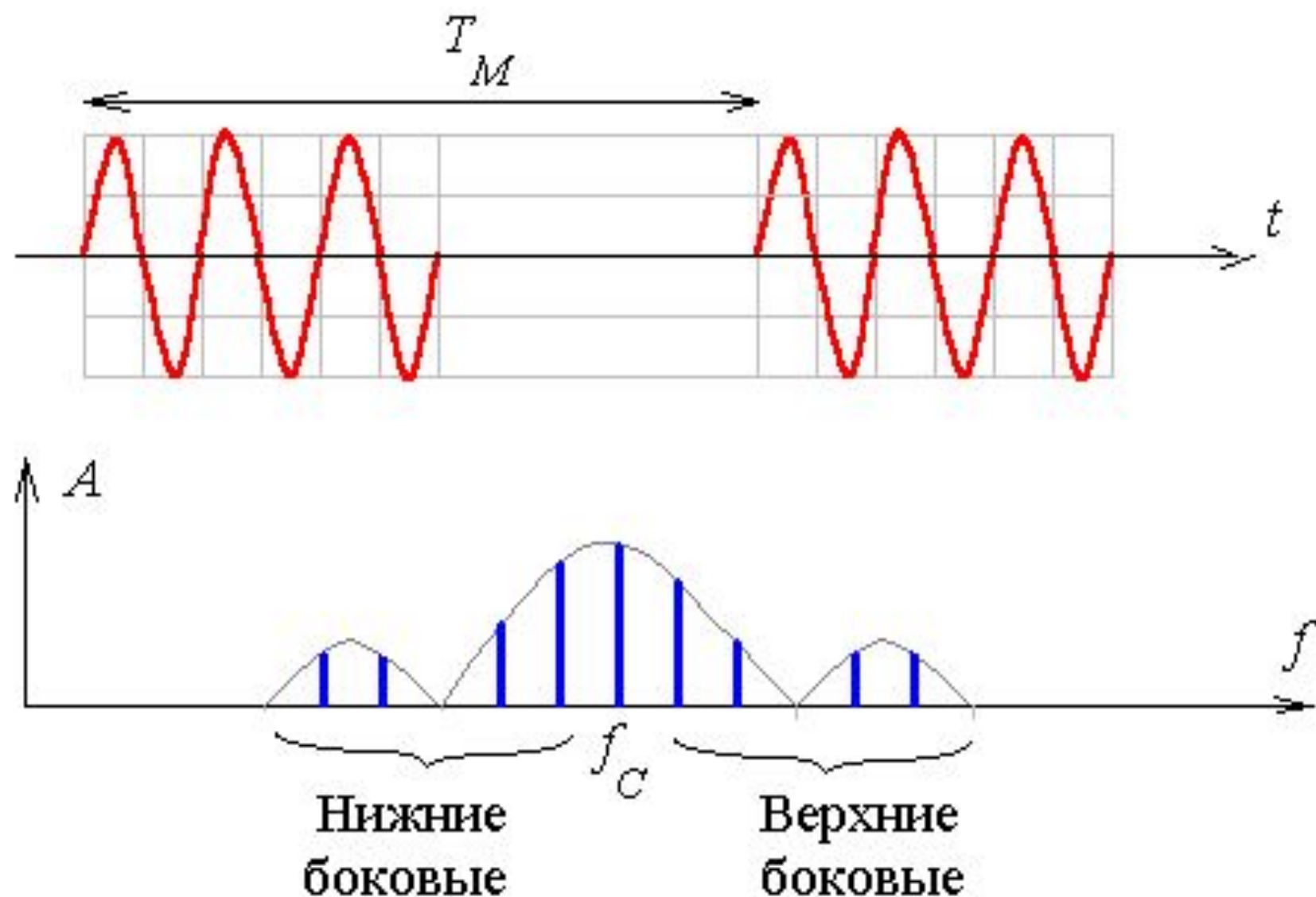
- Амплитудно-модулированный (АМ) сигнал можно рассматривать как периодический лишь **при условии**, что несущая частота кратна частоте модуляции (огибающей)
- Такое колебание тоже имеет линейчатый спектр, хотя **структура его отлична** от спектров периодических колебаний
- Здесь имеется синусоидальная составляющая с частотой несущего колебания
- Остальные (боковые) гармоники спектра зависят от формы огибающей



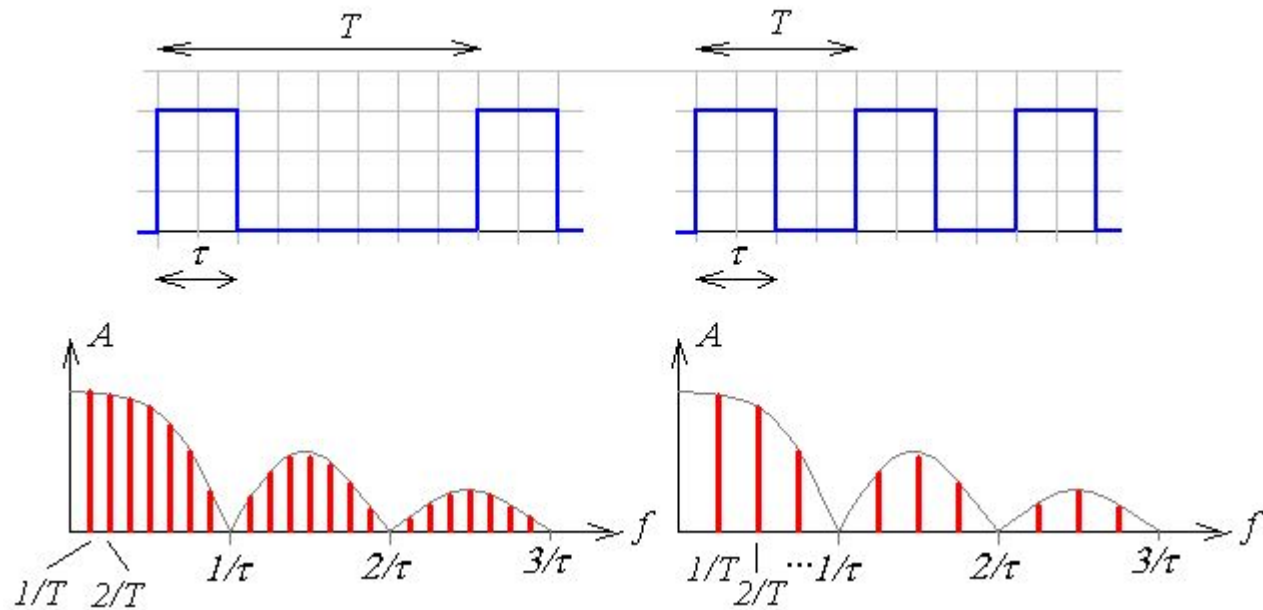
# АЧХ модулированного сигнала



# Модулирование прямоугольными импульсами



# Частота и период повторения ИМПУЛЬСОВ



# В пределе

- В действительности одновременно с увеличением числа гармоник **при удлинении периода  $T$**  их амплитуда уменьшается
- При неопределенно большом периоде повторения, когда **спектр приближается к сплошному**, амплитуды всех составляющих становятся неопределенно малыми
- Поэтому вместо амплитуд отдельных колебаний **удобнее рассматривать** суммарную мощность в ограниченной полосе

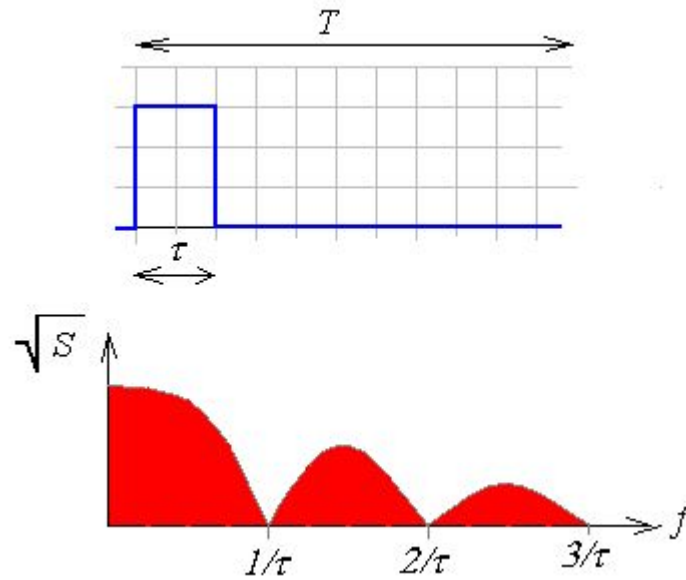
# Спектральные характеристики случайных процессов

- Каждая **отдельно взятая реализация** случайного процесса представляет собой детерминированную функцию, и к ней можно применить преобразование Фурье
- При этом **различные реализации** будут иметь различные спектры
- Полезно описать **статистически усредненные характеристики** случайных процессов

# Спектральная плотность

- Суммарную мощность всех синусоидальных составляющих в полосе частот, скажем, 1 Гц называют **спектральной плотностью** мощности  $S$
- Она пропорциональна сумме квадратов амплитуд всех синусоидальных составляющих, заключенных в пределах полосы 1 Гц
- Корень квадратный из  $S$  зависит от частоты так же, как и огибающая линейчатого спектра данного импульса

# Спектр одиночного импульса



# Преобразование сигналов в радиотехнике

- Преобразование исходного сообщения в электрический сигнал
- Модуляция колебания несущей частоты
- Перенос спектра принятого колебания в область более низких частот (на промежуточную частоту) с помощью процесса гетеродинирования для облегчения последующей обработки (фильтрации)
- Демодуляция принятого сигнала
- Фильтрация, обеспечивающая оптимальное выделение передаваемого сообщения